

# HET SYSTEMATISCH VERZAMELEN VAN MINERALEN [IV]

door drs. W.R.Moorer

In deze vierde aflevering beschouwen we de oxyden en de sulfiden. De meeste mineralen die we met de term "ertsen" aanduiden behoren tot deze groep. In onze verzameling valt de oxyde- en sulfide-afdeling dan ook op door het donker en glinsterend uiterlijk ervan. Toch wordt de nodige afwisseling gegeven door die oxyden en sulfiden die juist geen ertsachtig voorkomen hebben. Het is beslist niet waar, dat het bij elkaar plaatsen van verwante mineralen een saai en eentonig aanzicht zou bieden.

Bekijken we eerst de oxyden.

Oxyden danken hun naam aan het element zuurstof (oxygenium), symbool O. Niet alleen in de atmosfeer als vrije zuurstof ( $O_2$ ) en in de oceanen als water ( $H_2O$ ), maar ook in de lithosfeer speelt zuurstof een hoofdrol. Behalve dat dit element bijna 50 gewichts% van deze gezamenlijke geosferen opeist, is zuurstof vertegenwoordigd in de meeste chemische verbindingen, waaronder in meer dan 1200 van de 2000 mineralen. Van die 1200 zuurstofmineralen zijn er zo'n 200, waarin de zuurstof op heel eenvoudige manier gebonden is aan metalen: onze oxyden. Naast de al besproken ionenbinding tussen positieve metaalionen en - in het geval van oxyden  $-O^{2-}$ , is er bij veel oxyden sprake van vergaande homopolaire binding, wat betekent dat de bindingselektronen niet alleen door de zuurstof worden opgeëist, maar juist zo'n beetje rondzwerven tussen de samenstellende metaal-atomen. Het metallisch uiterlijk is op deze manier verklaard.

Van koper kennen we de oxyden  $Cu_2O$  (cupriet) en  $CuO$  (tenoriet). Ook van de metalen magnesium, nikkel, mangaan, kwik, lood, cadmium, zink en beryllium zijn oxyden van het type metaal:zuurstof = 1:1 bekend. In verzamelingen treft men ze echter zelden aan. Anders is het gesteld met oxyden van het type metaal:O = 2:3. Bijv. korund  $Al_2O_3$  (kristallijn aluminiumoxyde) met zijn variëteiten robijn en saffier. Het belangrijkste ijzererts hematiet,  $Fe_2O_3$  met zijn voor verzamelaars zo interessante verschijningsvormen als speculariet, rode Glaskopf, rode oker, ijzerglimmer en de hematietroosjes. Zeer veel gesteenten en mineralen

(vervolg van pagina 55)

Platen van deze laag nam hij mee naar huis, platen, waarop niets aan de buitenkant te zien is. Thuis gaat hij splijten - met het vismes - tot er iets zichtbaar wordt. Zodra de goede laag bereikt is, tast hij deze af tot het hele fossiel vrij is. Daarna zoekt hij in de plaat naar andere fossielen. Een eindeloos werk, met eindeloos geduld en liefde gedaan. "C'est une maladie", zegt Mr. Fabre van zijn levenswerk. Wie ooit de Durance langsrijdt, kan ik de kleine omweg naar Montfuron aanbevelen, mits u genegen bent uw jachtige leven te verlaten en de rust en vrede die daar heersen te aanvaarden.

worden door zeer fijn verdeeld hematiet rood gekleurd (rode jaspis, eisenkiesel, allerlei marmersoorten, laterietachtige gesteenten enz.). Ilmeniet is een "dubbeloxyde" en belangrijk voor de winning van het strategische metaal titanium. De formule van ilmeniet:  $FeTiO_3$ . Ook tot de 2:3 - groep behoren een aantal mineralen die zeldzame aardmetalen en Nb en Ta bevatten zoals euxeniet, pyrochloor, samarskiet en familieleden daarvan. Helaas zien we ze zelden in amateurverzamelingen. Tenslotte moeten we noemen twee verweringsprodukten van arseen- en antimonium-houdende mineralen: arsenoliet en stibiconiet. In zuivere vorm zijn beide mineralen zeldzaam.

Tot de oxyden van het type metalen : O = 3 : 4 behoren de spinellen, een nogal omvangrijke groep mineralen waarbinnen onderlinge vervanging van de samenstellende metalen hoogtij viert. De belangrijkste spinelmatalen zijn: Mg, Mn, Fe, Al, Cr en Zn. De edelspinel is:  $MgAl_2O_4$ , bekend in vele kleuren. Vervangt ijzer zowel het Mg als het Al in het kristal dan hebben we de zeer donkere ceyloniet of pleonast:  $(Mg,Fe)(Al,Fe)_2O_4$ . De zinkspinel gahniet ( $ZnAl_2O_4$ ) zien we zelden terwijl frankliniet weer vaker in verzamelingen wordt aangetroffen, hoewel dit mineraal eigenlijk maar één vindplaats heeft. Frankliniet:  $ZnFe_2O_4$  maar beter:  $(Zn, Fe, Mn)(Fe, Mn)_2O_4$ . Het bekende magnetiet  $Fe_3O_4$  behoort ook tot de spinellen. Eigenlijk zouden we de formule moeten schrijven als  $Fe^{II}Fe^{III}_2O_4$  aangezien het Fe een dubbelrol vervult in het kristal en deze verbinding juist daarom tot de spinellen wordt gerekend.

Het enige belangrijke chroomerts, chromiet, geven we weer met  $(Mg, Fe)(Cr, Al, Fe)_2O_4$ . Het is een mengsel van een aantal chroomspinellen waarvan we de pure vertegenwoordigers nauwelijks aantreffen. Het verschijnsel wordt duidelijk geïllustreerd door het feit dat het gehalte aan chroom in chromiet varieert tussen 15 en 62%.

Het in de natuur zeldzame loodmenie  $Pb_3O_4$  behoort evenals een aantal mangaanoxyden (hausmanniet) tot de spinellen, en hoewel chrysoberyl,  $BeAl_2O_4$  direct doet vermoeden dat we weer met een spinel te maken hebben, is het  $Be^{2+}$  zó klein dat dit mineraal een sterk van de spinellen afwijkende structuur bezit.

In onze verzamelingen is de groep oxyden met metaal:O = 1:2 rijk vertegenwoordigd. De  $SiO_2$  - of kwartsgroep behoort eigenlijk hier maar is vanwege zijn geheel eigen plaats in onze verzameling al in het eerste artikel (Gea. vol.4 nr.3, sept.1971) beschreven. Interessant zijn de drie titaniummineralen met de samenstelling  $TiO_2$  ( $TiO_2$  is "trimorf"): rutiel, ook bekend als de "gouden" naalden in bergkristal, anataas, bekend als de spitse, gestreepte dipyramiden uit de Alpen en het helaas vrij zeldzame brookiet. Deze heb-

ben dus alle drie dezelfde chemische samenstelling, maar kristalliseren in andere symmetrieklassen. Het enige tinerts,  $\text{SnO}_2$ , cassiteriet, lijkt in de fraaie kristallen veel op topkwaliteit hematietkristallen, maar glanst wat zachter en bruiner. Op een van de GEA-beurzen in 1971 had men de kans het zeldzame lood-oxyde plattneriet  $\text{PbO}_2$  op de kop te tikken: heel kleine zwarte kristalletjes op mooi gevormd "vingercalciet".

Afgezien van enkele goed bekende mangaanoxiden (manganiet, hausmanniet) komt men Mn meestal tegen als " $\text{MnO}_2$ ". Deze zgn. bruinsteenfamilie omvat een tiental mineralen met ongeveer deze samenstelling. Ze zijn polymorf en vaak amorf en hebben water en allerlei ionen geabsorbeerd. Enkele namen: pyrolusiet, psilomelaan (soms in kristallen), kryptomelaan, manganomelaan, polianiet, hollandiet. Onderlinge mengsels zijn eerder regel dan uitzondering. De varenachtige "boompjes" in chalcedoon en kalksteen e.a. zijn vrijwel steeds  $\text{MnO}_2$ -dendrieten. Het mineraal wolframiet wordt tegenwoordig gerekend tot de dubbeloxiden en niet tot de zgn. wolframaten zoals scheeliet:  $\text{CaWO}_4$ . Aangezien in scheeliet het  $\text{WO}_4^{2-}$  ion een eenheid in kristalbouwsteen vormt, is dit in wolframiet  $(\text{Mn,Fe})\text{WO}_4$  niet het geval en moet men W, Mn en Fe in dit mineraal als zelfstandige bouwstenen zien. Het  $\text{WO}_4^{2-}$  ion in wolframiet is een fiktie. Ongeveer hetzelfde komen we tegen bij het mengkristal columbiet:  $(\text{Fe, Mn})(\text{Ta, Nb})_2\text{O}_6$  (let op: ook hier geldt metaal:O = 1:2) dat de "exotische" metalen tantalium en niobium bevat. Ook columbiet is een echt oxyde. Uraniniet,  $\text{UO}_2$ , is het primaire uraniumerts. Meestal komt het voor in wat onzuivere, vormloze massa's en heet dan pekblende, zoals het materiaal van de klassieke vindplaats Joachimsthal, waaruit Madame Curie de elementen radium en polonium isoleerde. Pekblende bevat vaak ook nog yttrium, de verwante zeldzame aardmetalen en zirconium. Meestal is het al sterk verweerd tot allerlei gele, secundaire uraanmineralen, waaronder schoepiet:  $\text{UO}_2(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  en een mineraal met de fantastische naam vanderariesscheiet:  $8\text{UO}_2(\text{OH})_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , die beide thuishoren in de oxydegroep. Het ion  $\text{OH}^-$  zijn we al vaker tegengekomen; als dit ion de plaats inneemt van het  $\text{O}^{2-}$  van de oxiden, dan noemt men de eerste verbindingen hydroxyden. In de mineraal-systematiek worden de hydroxyden gerekend tot de oxiden.

Naast de zojuist genoemde uraanhydroxyden, een aantal vanadiumhydroxyden en de meer bekende mineralen bruciet  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  en sassolien  $\text{B}(\text{OH})_3$  spelen voornamelijk de hydroxyden-oxyden van Mn, Fe en Al een belangrijke rol. Reeds genoemd hebben we het bruinsteengroepje  $(\text{MnO}_2)$ -mineralen en in dit verband merken we op dat deze bruinsteenfamilie vaak  $2\text{OH}^-$  i.p.v.  $\text{O}^{2-}$  bevat. Manganiet is definitief  $\text{MnO}(\text{OH})$ . Van aluminium kennen we  $\text{AlO}(\text{OH})$  als diaspoor, böhmiet en nog andere mineralen, daarnaast is  $\text{AlO}(\text{OH})$  ook amorf bekend. Evenals  $\text{AlO}(\text{OH})$  is  $\text{Al}(\text{OH})_3$  polymorf. Gibbsiet is de bekendste vertegenwoordiger. In verzamelingen treffen we eigenlijk alleen bauxiet aan, een mengsel van de genoemde Al-hydroxyden, verontreinigd met limoniet e.a.  $\text{FeO}(\text{OH})$  is dimorf en komt voor als goethiet en het

wat minder verbreide lepidokrokië. Limoniet is de naam voor fijnkristallijne, meestal verontreinigde goethiet met geabsorbeerd water en wat lepidokrokië. Variëteiten van limoniet kennen we allemaal: bruine Glaskopf, gele oker, minette, Bohnerz, klappersteen. Vaak is limoniet gedeeltelijk amorf: siderogel, stilpnosideriet. Strikt genomen moeten bauxiet-, limoniet- en  $\text{MnO}_2$ -voorkomens tot de gesteenten worden gerekend.

## S U L F I D E N

Chemisch verwant met de oxiden zijn de sulfiden: verbindingen van zwavel (S) met een of meer metalen. Meer nog dan de oxiden hebben de sulfiden een metallisch karakter omdat het  $\text{S}^{2-}$  ion groter is dan het  $\text{O}^{2-}$  ion en het bindingskarakter meer homopolaire is. (Veel sulfiden zijn net als de gedegen metalen goede stroomgeleiders!)

De meeste sulfiden zijn geconcentreerd in ertsaders die zijn ontstaan uit warme, waterige oplossingen. Komt een sulfidisch erts aan de oppervlakte, dan verwerken de sulfiden tot sulfaten, hydroxyden, oxiden en andere zuurstofverbindingen. Geen enkel sulfide draagt kristalwater. De lichte metalen als Be, Mg, Al, alle drie zeer gretige oxydevormers, hebben geen affiniteit tot zwavel. De zware metalen juist wel, uitgezonderd de goud-platina metalen, die overigens evenmin oxiden vormen. Net als bij de oxiden kunnen we de sulfiden bekijken in de volgorde metaal:zwavel = 2:1, vervolgens metaal:S = 1:1 enz.

Chalkosien,  $\text{Cu}_2\text{S}$  of koperglans, is het kopersulfide met het hoogste kopergehalte: 80 gewichts% koper, dus in de mijnbouw zeer geliefd. Argentiet,  $\text{Ag}_2\text{S}$ , is een geleider van gedegen zilver (Ag, argentum) en is identiek met het zilverzwart op zilveren gebruiksvoorwerpen. Gesteenten met 0,03% argentiet worden nog op zilver geëxploiteerd, hoewel het meeste zilver gewonnen wordt uit zilverhoudende loodglans.

Galeniet of loodglans is ons allemaal bekend. Hoewel  $\text{PbS}$  voor meer dan 80 gewichts% uit lood bestaat, wordt de term lood ten onrechte vaak voor galeniet gebruikt.  $\text{PbS}$  bevat toch evenveel zwavel als lood! Gedegen lood is als mineraal zeer zeldzaam.

Zinkblende ( $\text{ZnS}$ ), sfaleriet, is al even bekend als loodglans. Zuiver  $\text{ZnS}$  is kleurloos tot lichtgeel maar naarmate meer Fe aanwezig is, wordt de kleur donkerder (honingblende) tot diepzwart (marmatiet). Interessant is dat honingblende niet, maar marmatiet:  $(\text{Zn,Fe})\text{S}$  de elektrische stroom goed geleidt. Er is nog een tweede modifikatie van  $\text{ZnS}$ , namelijk wurziet, dat we kennen als de lichtbruine banden in "schalenblende", een mechanisch mengsel van Zn, Fe en Pb-sulfiden. Isomorf met wurziet is  $\text{CdS}$ , een sulfide van het zware metaal cadmium. Doorgaans wordt cadmium gewonnen uit Cd-houdende zinkblendes.  $\text{CdS}$  zelf is zeldzaam. Het fraai rode cinnaber,  $\text{HgS}$  of kwiksulfide, heeft soms druppeltjes puur kwik in z'n holten. Het is het enig winbare kwikerts.

In deze groep kennen we verder: pyrrhotien,  $\text{FeS}$ , (niet te verwarren met pyriet:  $\text{FeS}_2$ ), het nikkel-sulfide milleriet:  $\text{NiS}$  met zijn subtiele goudgele naaldjes, covellien  $\text{CuS}$ , het metaalblauwe kopersulfide en het bekende dubbelsulfide chalcopyriet:  $\text{CuFeS}_2$ . Vrijwel altijd is chalcopyriet de begeleider van borniet en andere verwante koper-ijzersulfiden. Verse borniet is overigens dofbruin! De zgn. aanloopkleuren die veel ertsen en in het bijzonder borniet vertonen is een oppervlakte-effect, veroorzaakt door aantasting van het materiaal door oxydatie waardoor het lichtbrekende Newton- of olievlakverschijnsel optreedt. Realgaar,  $\text{As}_2\text{S}_3$ , is het sulfide van het halfmetaal arsenicum. Aangezien een kristal van realgaar is opgebouwd uit ringvormige eenheden van vier As- en vier S-atomen, wordt realgaar wel geschreven als:  $\text{As}_4\text{S}_4$ . Meestal wordt realgaar begeleid door het andere arseensulfide auripigment  $\text{As}_2\text{S}_3$ . Stibniet of liever antimooniet  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  is nauw verwant met  $\text{As}_2\text{S}_3$  maar heeft in tegensstelling tot auripigment een sterk metaalkarakter, een verschijnsel dat men bij alle vergelijkbare As- tegenover Sb-verbindingen tegenkomt. Het metaal bismut vormt een overeenkomstig sulfide:  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  of bismuthiniet. Zowel arseen, antimonium als bismut hebben zeer grote belangstelling voor zwavel, zoals nog zal blijken.

In ieder mineralenboek kan men voldoende gegevens vinden over sulfiden van het type metaal:S = 1:2. We noemen slechts molybdeniet:  $\text{MoS}_2$ , zeer belangrijk voor de winning van molybdeen voor bijzondere staalsoorten.  $\text{FeS}_2$  is als pyriet zowel als markasiet zeer bekend. Interessante mineralen zijn arsenopyriet  $\text{FeAsS}$ , cobaltien  $\text{CoAsS}$ , ullmanniet  $\text{NiSbS}$  e.a. die overgangen vormen tot zgn. arseniden en antimoniden zoals bijv.  $\text{FeAs}_2$  (Itlingiet).

Terwijl de boven aangeduide sulfiden ongeveer 135 mineralen omvatten, zijn er nog zo'n 80 sulfiden die ingewikkelder van samenstelling zijn en waarbij de al genoemde As, Sb en Bi essentiële bestanddelen vormen. Samen met zwavel vormen deze elementen

stabiele anioncomplexen als  $\text{AsS}_3$ ,  $\text{BiS}_4$  en nog veel ingewikkelder toestanden. Het wordt weer eenvoudiger als we weten dat maar drie metalen, nl. lood, koper en zilver met deze complexen natuurlijke verbindingen vormen. We volstaan met een paar bekende mineralen, aangevuld met typische voorbeelden.

Fahlerz omvat mengkristallen van tennantiet  $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$  en tetraedriet  $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ . Cu kan soms gedeeltelijk zijn vervangen door Ag, Fe, Zn, Hg. Evenzo As door Bi, V, Sn, Ge en natuurlijk Sb in dit geval. Ook kan S nog vervangen worden door Te (tellurium) zodat een akelig aantal fahlerzvarianten mogelijk is. Overigens is een en ander niet aan de buitenkant te zien.

Germaniet is:  $\text{Cu}_3(\text{Fe,Ge})\text{S}_4$ , sulvaniet:  $\text{Cu}_3\text{VS}_4$ , enargiet:  $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$ . In bournoniet (Rädelerz) treden Cu en Pb samen op:  $\text{CuPb}(\text{SbS}_3)$ . Proustiet is  $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$  en pyrargyriet  $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$ . Boulangeriet en jamesoniet zijn de bekendste, haarvormige kristallen vormende, vertegenwoordigers van de "loodantimoonspiessglanze". Op dezelfde beeldende manier onderscheidt men koperspiessglanze, zilverspiessglanze, loodbismutspiessglanze enz. De meeste "spiessglanze" zijn zeldzaam en overigens moeilijk (en op het oog absoluut niet) te determineren).

De samenstelling en dus de formules van de meeste oxyden en sulfiden zijn eenvoudig zodat de besproken mineralen zich goed tot systematiseren lenen. Met de toekenning van een chemisch symbool op de etiketten zal men weinig moeite hebben als eenmaal de formule is opgezocht. Bij de laatste sulfidengroep zal men daarvoor As, Sb of Bi niet kiezen, daar deze elementen in het complexe anion vertoeven en niet als zelfstandige bouwstenen optreden.

In de volgende en voorlopig laatste aflevering zullen we alle tot nu toe niet besproken mineraalgroepen uitgezonderd de silicaten onder de loep nemen.

**11 november :** KEIENDAG-SCHOKLAND-11 NOVEMBER-KEIENDAG-SCHOKLAND-11 NOVEMBER-KEIENDAG-SCHOKLAND-11 NOVEMBER-KEIENDAG-SCHOKLAND-11 NOVEMBER-KEIENDAG-SCHOKLAND-11 NOVEMBER-

## KEIENDAG - schokland n.o.p.

Als het determineren van mineralen en gesteenten zo eenvoudig was, dat dit kon gebeuren aan de hand van boekjes met kleurenplaatjes, dan zouden er geen universiteiten behoeven te zijn, die met behulp van praktikumzalen, mikroskopen en musea de studie van gesteenten en mineralen mogelijk maken. Het zijn juist de praktikum-kolleges, die iedere amateur zou willen volgen, als hij daartoe gelegenheid had. Hoe groot het gemis aan praktische oefening is werd ons duidelijk door de uitgebreide korrespon-

dentie, die wij dit jaar ontvingen. Naast het verlangen om een persoonlijke steun bij het determineren te krijgen bestaat er grote behoefte om in kontakt te komen met mensen, die een gelijk gerichte belangstelling hebben.

Velen van ons worden gefascineerd door de doodgewone kei, zoals we die op onze heiden, in zand- of grindgroeve, of, in het buitenland, in beken, aan het strand of waar dan ook kunnen vinden. De kei, waarin een stuk geschiedenis is vastgelegd die we te weten willen komen; een voorwerp, dat ons intrigeert en dat we een naam willen geven. Zulke keien lig-